

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

A4

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-308289

(43)Date of publication of application : 05.11.1999

(51)Int.Cl.

H04L 27/22

H03J 7/02

H04B 15/00

(21)Application number : 10-115282

(71)Applicant : MITSUBISHI ELECTRIC CORP

(22)Date of filing : 24.04.1998

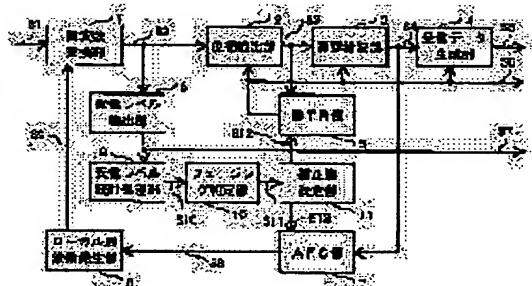
(72)Inventor :  
MASUDA SHINJI  
KANEKO KOJI  
FUJIMOTO HITOSHI  
SEMASA TAKAYOSHI

## (54) DEMODULATOR AND RADIO COMMUNICATION EQUIPMENT

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To enable demodulation processing to be appropriately controlled and to attain improve reception performance even when a fluctuation in a reception signal level is vigorous by deciding a control correction value for correcting processing of a demodulation processing means in accordance with statistic information which statistically processes plural reception signal level values.

**SOLUTION:** A reception level statistical processing part 9 stores a reception signal level value S7 for a specified time, statistically processes plural reception level values S7 and calculates a fluctuating reception signal level S10 for indicating a temporal change at the reception signal level S7. A fading decision part 10 decides state of fading on the basis of the fluctuating reception signal level S10 and outputs a fading decision value S11 in accordance with the decision result as statistical information. A corrected value decision part 11 decides a correction value for a control width of a BTR part 5 and an AFC part 7 based on the fading decision part S11 and outputs a BTR control width correction value S12 and an AFC control width correction value S13 in accordance with the correction value respectively.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 ローカル周波数を用いて受信信号を復調処理し、受信データ及びシンボルクロックを出力する復調処理手段と、上記受信信号の電力のレベルを検出して当該レベルに応じた受信信号レベル値を出力する受信レベル検出手段と、所定時間に検出される複数個の上記受信信号レベル値を統計的に処理して1又は複数種類の統計情報を求める受信レベル統計処理手段と、上記1又は複数種類の統計情報に応じて上記復調処理手段の処理を補正する制御幅補正值を決定する補正決定手段とを備えることを特徴とする復調器。

【請求項2】 上記統計情報は、上記複数個の受信信号レベル値の時間的変動を表す変動受信信号レベルであることを特徴とする請求項1に記載の復調器。

【請求項3】 上記統計情報は、上記複数個の受信信号レベル値の時間的変動を表す変動受信信号レベルから求められるフェージングの状態であることを特徴とする請求項1に記載の復調器。

【請求項4】 上記統計情報は、上記複数個の受信信号レベル値の平均を表す平均受信信号レベルであることを特徴とする請求項1に記載の復調器。

【請求項5】 上記補正決定手段は、上記復調処理手段の処理を補正する制御幅補正值を決定する際に、所定時点の受信信号レベル値を用いることを特徴とする請求項1ないし請求項4のいずれかに記載の復調器。

【請求項6】 上記復調処理手段は、上記受信信号の位相に応じて補正して、シンボルクロックを再生するシンボルクロックタイミング再生手段を備え、上記補正決定手段は、上記シンボルクロックタイミング再生手段の制御を補正する制御幅補正值を決定することを特徴とする請求項1ないし5のいずれかに記載の復調器。

【請求項7】 上記復調処理手段は、上記受信信号の位相に応じてローカル周波数の発生を制御する周波数制御手段を備え、上記補正決定手段は、上記周波数制御手段の制御を補正する制御幅補正值を決定することを特徴とする請求項1ないし請求項6のいずれかに記載の復調器。

【請求項8】 複数間で、変・復調して無線通信する無線通信装置において、復調器は、ローカル周波数を用いて受信信号を復調処理し、受信データ及びシンボルクロックを出力する復調処理手段と、上記受信信号の電力のレベルを検出して当該レベルに応じた受信信号レベル値を出力する受信レベル検出手段と、所定時間に検出される複数個の上記受信信号レベル値を統計的に処理して1又は複数種類の統計情報を求める受信レベル統計処理手段と、上記1又は複数種類の統計情報に応じて上記復調処理手段の処理を補正する制御幅補正值を決定する補正決定手段とを備えることを特徴とする無線通信装置。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、受信信号の復調に関し、例えば、シンボルクロックタイミング再生機能及び自動周波数制御機能を有する復調器及びその復調器を用いた無線通信装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】移動体通信システムにおける無線通信では、送信側と受信側とで同じレートでシンボルクロック及び同じ周波数の電波を用いて通信を行う。しかし実際には、無線通信装置に個体差があるため、送信側と受信側でシンボルクロックや周波数にずれが生じることがある。

【0003】また、無線通信装置の移動等で無線通信のパスが変化すると位相が変化する。このように、位相が変化することによってもシンボルクロックや周波数にずれが生じることがある。

【0004】このため、無線通信装置の復調器に、周波数のずれに対する自動周波数制御 (Auto Frequency Control: 以下、AFCと称す。) 機能及びシンボルクロックのずれに対するシンボルクロックタイミング再生 (Bit Timing Recovery: 以下、BTRと称す。) 機能を設け、受信側で常にシンボルクロック及び周波数のずれを検知し、そのずれを補正するように制御する。

【0005】図12は、BTR機能及びAFC機能を備える従来の復調器の構成を示すブロック図である。ここでは、復調器が受信信号を入力として、受信データ、シンボルクロック及び受信信号レベル値を出力する場合について説明する。

【0006】図12において、周波数変換部1は、ローカル周波数信号に応じて受信信号S1をIF信号 (Intermediate Frequency 信号: 中間周波数信号) S2に変換する。位相検出部2は、シンボルクロックに基づいてシンボルクロックのn (整数) 倍のレートに応じてIF信号S2をサンプリングして位相を検出し、その位相に応じた位相データS3を出力する。遅延検波部3は、位相データS3から前シンボルとの位相差を検出し、その位相差に応じた位相差データS4を出力する。受信データ生成部4は、位相差データS4からシンボルクロックのタイミングで受信データS5を生成する。

【0007】BTR部5は、位相データS3に基づいて補正して、シンボルクロックS6を再生する。受信レベル検出部6は、IF信号S2から受信信号の電力のレベルを検出し、そのレベルに応じた受信信号レベル値S7を出力する。AFC部7は、位相差データS4に応じて補正して、ローカル周波数の発生電圧を制御する制御電圧S8を出力する。ローカル周波数発生部8は、制御電圧S8に応じてローカル周波数信号S9を発生する。

【0008】図13は、図12におけるBTR部5の詳細な構成を示すブロック図である。図13において、タイミング検出部21は、位相データS3から位相が変化する速度に基づいてシンボルクロックタイミングを検出

10

20

30

40

50

し、タイミング S 2 1 として出力する。タイミング比較部 2 2 は、タイミング S 2 1 と前回のシンボルクロック S 6 のタイミングとを比較し、そのずれに応じたタイミングのずれデータ S 2 2 を出力する。

【0009】タイミング補正部 2 3 は、タイミングずれデータ S 2 2 に基づいてシンボルクロックを補正する方向及び幅を決定し、それに対応するタイミング補正データ S 2 3 を出力する。クロック再生部 2 4 は、タイミング補正データ S 2 3 に基づいて補正してシンボルクロック S 6 を再生する。

【0010】図 1 4 は、図 1 2 における A F C 部 7 の詳細な構成を示すブロック図である。図 1 4 において、位相差比較部 3 1 は、位相差データ S 4 と基準となる位相差とのずれを検出し、そのずれに応じた位相差ずれデータ S 3 1 を出力する。制御電圧決定部 3 2 は、位相差ずれデータ S 3 1 に基づいて周波数を補正する方向及び幅を決定し、それに対応する制御電圧 S 8 を出力する。

【0011】シンボルクロックを補正して再生する際の動作について図 1 2 及び図 1 3 を用いて説明する。

【0012】受信信号 S 1 は、ローカル周波数信号 S 9 に応じて周波数変換部 1 で I F 信号 S 2 に変換され、位相検出部 2 に出力される。位相検出部 2 でシンボルクロック S 6 に基づくシンボルクロックレートに応じて I F 信号 S 2 から位相が検出され、検出された位相に応じた 1 又は複数個の位相データ S 3 が出力される。

【0013】位相データ S 3 が B T R 部 5 に入力されると、位相データ S 3 に基づいて補正されたシンボルクロック S 6 が再生される。

【0014】B T R 部では、タイミング検出部 2 1 で位相データ S 3 から位相が変化する速度に基づいてシンボルクロックタイミングが検出され、タイミング S 2 1 が出力される。そして、タイミング比較部 2 2 でタイミング S 2 1 と前回のシンボルクロック S 6 のタイミングとが比較されることにより、そのずれに応じたタイミングのずれデータ S 2 2 が出力され、タイミング補正部 2 3 に出力される。

【0015】タイミング補正部 2 3 にタイミングずれデータ S 2 2 が入力されると、そのずれを少なくするためにシンボルクロックを補正する方向と補正する幅が決定され、それに対応するタイミング補正データ S 2 3 が出力される。クロック再生部 2 4 にタイミング補正データ S 2 3 が入力されると、タイミング補正データ S 2 3 に基づいて補正されたシンボルクロック S 6 が再生される。

【0016】次に、ローカル周波数を補正する際の動作について図 1 2 及び図 1 4 を用いて説明する。

【0017】前述のように、周波数変換部 1 で受信信号 S 1 が I F 信号 S 2 に変換されると、位相検出部 2 で I F 信号 S 2 から位相が検出され、検出された位相に応じた 1 又は複数個の位相データ S 3 が出力される。

【0018】位相データ S 3 が遅延検波部 3 に入力されると、位相データ S 3 から前シンボルとの位相差が検出され、その位相差に応じた位相差データ S 4 が出力される。位相差データ S 4 が A F C 部 7 に入力されると、位相差データ S 4 に応じたローカル周波数発生部 8 の制御電圧 S 8 が出力される。

【0019】このとき A F C 部 7 では、位相差比較部 3 1 で入力された位相差データ S 4 と基準となる位相差とのずれが検出され、そのずれに応じた位相差ずれデータ S 3 1 が制御電圧決定部 3 2 に出力される。すると、制御電圧決定部 3 2 で位相差ずれデータ S 3 1 に基づいてローカル周波数を補正する方向及び幅が決定され、それに対応する補正された制御電圧 S 8 が出力される。

【0020】制御電圧 S 8 は、ローカル周波数発生部 8 に入力され、補正されたローカル周波数 S 9 が発生される。

【0021】以上のように、従来の復調器によれば、B T R 部でシンボルクロックのずれを補正し、A F C 部で周波数のずれを補正することによって、送信側と受信側で同じレートのシンボルクロック、同じ周波数を用いて通信を行うことができる。

【0022】ところが前述のような従来の復調器では、例えば、伝送路の状態によって受信信号レベルが小さい場合に、シンボルクロック又は周波数のずれに対する適切な補正ができないという問題があった。

【0023】すなわち、受信信号レベルが小さいと、受信信号に対するノイズの割合は大きくなり、誤った位相が検出される可能性が高くなる。前述の従来の復調器における B T R 部及び A F C 部は位相に基づいて補正を行うため、誤った位相が検出される場合に周波数やシンボルクロックの補正を適切に行うことができない。

【0024】これに対して、例えば、特開平 8 - 2 8 8 7 9 6 号公報に開示される周波数自動制御回路は、受信信号の信号品質に応じて A F C の制御 (A F C データ) を調整することにより、周波数自動制御回路の誤動作を防止するものである。

【0025】図 1 5 は、特開平 8 - 2 8 8 7 9 6 号公報に開示される周波数自動制御回路の構成を示すブロック図である。図 1 5 において、直交復調部 1 0 1 は、中間周波数信号に変換された G M S K (Gaussianfiltered Minimum Shiftkeying) 信号 S 1 0 0 から同相信号 I、逆相信号 Q 及び電界強度信号 R S S I を生成する。

【0026】相互相関係数算出回路 1 0 2 は、同相信号 I と逆相信号 Q とから受信信号の相互相関を計算して、符号間干渉量を算出する。信号品質算出回路 1 0 3 は、相互相関係数算出回路 1 0 2 で算出された符号間干渉量と電界強度信号 R S S I とをパラメータとし、その組合わせによって受信信号の品質を決定し、品質を数値化した品質信号を出力する。

【0027】信号品質判定回路 1 0 4 は、信号品質算出

回路103からの品質信号をランク付けし、品質信号がどのランクにあるかを判定する。AFCデータ生成回路105は、信号品質判定回路104の判定結果に応じて補正量に対応した係数をAFCデータに掛け、AFCデータ信号を生成する。

【0028】PLL回路(Phase Lock Loop回路)106は、AFCデータ信号に応じた補正信号に基づいて、電圧制御発振回路107を制御する。電圧制御発振回路107は、直交復調部101に同相信号I及び逆相信号Qを生成する際の分周信号を供給する。

【0029】動作について説明する。GMSK信号S100が直交復調部101に入力されると、電圧制御発振回路107から供給される分周信号に応じて同相信号I、逆相信号Q及び電界強度信号RSSIが出力される。

【0030】同相信号I及び逆相信号Qが相互相関係数算出回路102に入力されると、符号間干渉量が算出され、その結果を示す符号間干渉量信号が信号品質算出回路103に出力される。具体的には、同相信号Iの1バースト中におけるトレーニングシーケンスコード(TSC)ビット内の中央の16ビットがシフトされ、11個の相互相関係数が得られる。そして、これら11個の相互相関係数の内、絶対値の和が最大となる5個の相互相関係数を除いた6個の相互相関係数の和が、全体11個の相互相関係数の和で除算され、この数値が符号間干渉量信号として、信号品質算出回路103に出力される。

【0031】すると、信号品質算出回路103において、符号間干渉量信号が示す符号間干渉量と電界強度信号RSSIとに基づいて、受信信号の品質を数値化した品質信号が生成され、信号品質判定回路104に出力される。そして、信号品質判定回路104において、品質信号がどのランクにあるかが判定される。その判定結果に応じてAFCデータ生成回路105で補正量に対応する係数がAFCデータに掛けられ、AFCデータ信号が生成される。

【0032】例えば、品質信号が最高10ランクのうち7ランクにあると判定された場合には、信号品質が最も良いときの70%の補正量に対応した係数がAFCデータに掛けられ、AFCデータ信号が生成される。

【0033】そのAFCデータ信号に応じた補正信号がPLL回路106に入力されると、補正信号に基づいて、電圧制御発振回路107が制御され、自動周波数制御が行われる。

【0034】以上のように、従来の周波数自動制御回路によれば、同相信号、逆相信号及び電界強度信号に基づいて信号品質を判定し、その信号品質に対応した補正量を示すAFCデータを生成して周波数を自動制御することにより、周波数自動回路の誤動作を防止することができる。

【発明が解決しようとする課題】

【0035】しかしながら、従来の周波数自動制御回路は、受信レベルの変動が激しい場合に、適切な周波数補正の制御ができないという問題があった。すなわち、従来の周波数自動制御回路は、信号品質を判定した次の受信信号に対して周波数補正の制御を行っているため、受信レベルの変動が緩やかな場合には有効である。しかし、受信レベルの変動が激しい場合には、現在の受信信号と次の受信信号とで受信信号レベルや信号品質が大きく変化するため、周波数補正の制御を適切に行うことができない。

【0036】また、符号間干渉量を求める際にトレーニングシーケンスコードを用いるため、信号にトレーニングシーケンスコードを含む無線通信システムにしか適用できないという問題があった。

【0037】本発明は上記のような問題点を解決するためになされたもので、受信信号レベルの変動が激しい場合にも適切に復調処理を制御でき、受信性能を向上できると共に、どのような無線通信システムにも適用でき、汎用性の高い復調器及び無線通信装置を得ることを目的とする。

【0038】

【課題を解決するための手段】本発明に係る復調器は、ローカル周波数を用いて受信信号を復調処理し、受信データ及びシンボルクロックを出力する復調処理手段と、受信信号の電力のレベルを検出してそのレベルに応じた受信信号レベル値を出力する受信レベル検出手段と、所定時間に検出される複数の受信信号レベル値を統計的に処理して1又は複数種類の統計情報を求める受信レベル統計処理手段と、1又は複数種類の統計情報に応じて復調処理手段の処理を補正する制御幅補正值を決定する補正決定手段とを備えるものである。

【0039】また、次の発明に係る復調器は、統計情報が、複数の受信信号レベル値の時間的変動を表す変動受信信号レベルである。

【0040】また、次の発明に係る復調器は、統計情報が、複数の受信信号レベル値の時間的変動を表す変動受信信号レベルから求められるフェージングの状態である。

【0041】また、次の発明に係る復調器は、統計情報が、複数の受信信号レベル値の平均を表す平均受信信号レベルである。

【0042】また、次の発明に係る復調器は、補正決定手段が、復調処理手段の処理を補正する制御幅補正值を決定する際に、所定時点の受信信号レベル値を用いるものである。

【0043】また、次の発明に係る復調器は、復調処理手段が、受信信号の位相に応じて補正して、シンボルクロックを再生するシンボルクロックタイミング再生手段を備え、補正決定手段が、シンボルクロックタイミング再生手段の制御を補正する制御幅補正值を決定するもの

である。

【0044】また、次の発明に係る復調器は、復調処理手段が、受信信号の位相に応じてローカル周波数の発生を制御する周波数制御手段を備え、補正決定手段が、周波数制御手段の制御を補正する制御幅補正值を決定するものである。

【0045】さらにまた、次の発明に係る無線通信装置は、複数間で、変・復調して無線通信するものであって、復調器が、ローカル周波数を用いて受信信号を復調処理し、受信データ及びシンボルクロックを出力する復調処理手段と、受信信号の電力のレベルを検出してそのレベルに応じた受信信号レベル値を出力する受信レベル検出手段と、所定時間に検出される複数の受信信号レベル値を統計的に処理して1又は複数種類の統計情報を求める受信レベル統計処理手段と、1又は複数種類の統計情報に応じて復調処理手段の処理を補正する制御幅補正值を決定する補正決定手段とを備えるものである。

【0046】

【発明の実施の形態】実施の形態1. 以下、本発明の実施の形態について図面を用いて説明する。図1は、本発明の一実施の形態に係る無線通信装置の構成を示すブロック図である。例えば、図1はPHS(Personal Handy Phone System)端末の構成である。

【0047】図1において、インタフェース部Aは、無線通信装置とユーザとの間で送信情報又は受信情報の入出力を行う。例えば、スピーカA1、マイクA2、キーA3及び表示部A4から構成され、音声、画像、文字などの情報を入出力する。

【0048】制御部Bは、送信の際にインタフェース部Aから入力される情報から1/0のデジタル信号でなる送信データを生成すると共に、受信の際に1/0のデジタル信号でなる受信データからシンボルクロック及び受信信号レベル値に応じて音声、画像、文字、受信信号の強度などの情報を生成し、インタフェース部Aに出力する。

【0049】変調部Cは、1/0のデジタル信号でなる送信データを変調する。波形生成部C1は送信データからI(同相)成分及びQ(直交)成分の波形を生成し、直交変調器C2は、シンセサイザC3が出力するローカル周波数にしたがってI(同相)成分及びQ(直交)成分を $\pi/4$ シフトQPSKで変調する。

【0050】RF部Dは、送信の際に変調部Cから入力される被変調信号を無線周波数帯にアップコンバージョンした後、増幅し、送信信号として出力する。また、受信の際に受信信号を増幅した後、無線周波数帯からダウンコンバージョンして出力する。

【0051】ミキサD1は、変調部Cから入力される被変調信号をシンセサイザD2が出力するローカル周波数にしたがって無線周波数帯にアップコンバージョンする。送信アンプD3は、無線周波数帯の信号を増幅し、

送信信号として出力する。

【0052】スイッチD4は送信と受信の切り替えを行う。送信時には送信アンプD3とアンテナEとを接続し、受信時にはアンテナEと受信アンプD5とを接続する。受信アンプD5は、受信信号を増幅する。ミキサD6は、増幅された受信信号をシンセサイザD2が出力するローカル周波数にしたがってダウンコンバージョンする。

【0053】アンテナEは、他の無線通信装置と無線信号の送受信を行う。復調部Fは、復調器であり、ダウンコンバージョンされた受信信号を入力として、受信データ、シンボルクロック及び受信信号レベル値を出力する。

【0054】無線通信装置の動作について説明する。送信の際において、ユーザが送信情報を入力すると、その送信情報はインタフェース部Aを介して制御部Bに出力される。例えば、ユーザが音声を送信する場合、ユーザが発した音声はマイクA2を介して音声の送信情報が制御部Bに出力され、ユーザは音声の情報を入力することができる。また例えば、ユーザが文書の情報を送信する場合、キーA3を介して文書の送信情報が制御部Bに出力され、ユーザは文書情報を入力することができる。

【0055】制御部Bにおいて、送信情報から1/0のデジタル信号でなる送信データが生成され、変換部Cに出力される。変換部Cでは、波形生成部C1によって送信データからI(同相)成分及びQ(直交)成分の波形が生成され、直交変調器C2によって $\pi/4$ シフトQPSKで変調される。例えば、240MHz帯の被変調信号がRF部Dに出力される。

【0056】被変調信号は、RF部Dに入力されると、ミキサD1によってアップコンバージョンされる。例えば、シンセサイザD2から1.66GHz帯のローカル周波数が出力され、240MHz帯の被変調信号が1.9GHz帯にアップコンバージョンされる。そして、送信アンプD3で増幅された後、送信信号としてアンテナEから送信され、ユーザからの送信情報を送信することができる。

【0057】受信の際においては、他の無線通信装置から送信された信号がアンテナEによって受信されると、受信アンプD5で増幅された後、ミキサD6においてダウンコンバージョンされ、復調部Fに出力される。例えば、シンセサイザD2から1.66GHz帯のローカル周波数が出力され、1.9GHz帯の受信信号は、240MHz帯にダウンコンバージョンされる。

【0058】復調部Fにおいて、受信信号から受信データ、シンボルクロック及び受信レベル値が抽出され、制御部Bに出力される。制御部Bにおいて、1/0のデジタル信号でなる受信データからシンボルクロック及び受信信号レベル値に応じて音声、画像、文字、受信信号の強度などの受信情報が生成され、インタフェース部Aに



出力される。

【0059】例えば、音声の受信情報や電子メール等の文字の受信情報は、受信データからシンボルクロックに応じて生成される。また、受信信号の強度の情報は受信信号レベル値に応じて生成される。

【0060】このように生成された受信情報は、インタフェース部Aを介して出力され、ユーザは受信情報を得ることができる。例えば、音声の受信情報はスピーカA1から出力され、また例えば、画像や文字の受信情報は表示部A4から出力されて、ユーザは受信情報を得ることができる。

【0061】図2は、図1に示した無線通信装置の復調部Fの構成を示すブロック図である。

【0062】図2において、周波数変換部1は、ローカル周波数信号に応じて受信信号S1をIF信号S2に変換する。位相検出部2は、シンボルクロックに基づいてシンボルクロックのn（整数）倍のレートでIF信号S2をサンプリングして位相を検出し、その位相に応じた位相データS3を出力する。遅延検波部3は、位相データS3から前シンボルとの位相差を検出し、その位相差に応じた位相差データS4を出力する。受信データ生成部4は、位相差データS4からシンボルクロックのタイミングで1/0のデジタル信号でなる受信データS5を生成する。

【0063】受信レベル検出部6は、IF信号S2から受信信号の電力のレベルを検出し、そのレベルに応じた受信信号レベル値S7を出力する。受信レベル統計処理部9は、受信信号レベル値S7を所定時間記憶すると共に、所定時間に検出される複数個の受信信号レベル値S7を統計的に処理して受信信号レベル値S7の時間的変動を示す変動受信信号レベルS10を算出する。フェージング判定部10は、変動受信信号レベルS10に基づいてフェージングの状態を判定し、判定結果に応じたフェージング判定値S11を統計情報として出力する。補正值決定部11は、統計情報であるフェージング判定値S11に基づいて、BTR部及びAFC部の制御幅の補正值を決定し、それぞれ補正值に応じたBTR制御幅補正值S12及びAFC制御幅補正值S13を出力する。

【0064】BTR部5は、位相データS3及びBTR制御幅補正值S12に基づいて補正して、シンボルクロックS6を再生する。AFC部7は、位相差データS4及びAFC制御幅補正值S13に応じて補正して、ローカル周波数の発生電圧を制御する制御電圧S8を出力する。ローカル周波数発生部8は、制御電圧S8に応じてローカル周波数信号S9を発生する。

【0065】なお、本実施の形態においては、周波数変換部1、位相検出部2、遅延検波部3、受信データ生成部4、BTR部5、AFC部7及びローカル周波数発生部8によって、ローカル周波数を用いて受信信号を復調処理し、受信データ及びシンボルクロックを出力する復

調処理手段を構成する。

【0066】図3は、図2におけるBTR部5の詳細な構成を示すブロック図である。図3において、タイミング検出部21は、位相データS3から位相が変化する速度に基づいてシンボルクロックタイミングを検出し、タイミングS21として出力する。タイミング比較部22は、タイミングS21と前回のシンボルクロックS6のタイミングとを比較し、そのずれに応じたタイミングのずれデータS22を出力する。

10 【0067】タイミング補正部23は、タイミングずれデータS22及び補正值決定部11によって決定されたBTR制御幅補正值S12に基づいてシンボルクロックを補正する方向及び幅を決定し、それに対応するタイミング補正データS23を出力する。クロック再生部24は、タイミング補正データS23に基づいて補正してシンボルクロックS6を再生する。

20 【0068】図4は、図2におけるAFC部7の詳細な構成を示すブロック図である。図4において、位相差比較部31は、位相差データS4と基準となる位相差とのずれを検出し、そのずれに応じた位相差ずれデータS31を出力する。制御電圧決定部32は、位相差ずれデータS31及び補正值決定部11によって決定されたAFC制御幅補正值S13に基づいて周波数を補正する方向及び幅を決定し、それに対応する制御電圧S8を出力する。

30 【0069】復調部の動作について、図1～図4を用いて説明する。前述のように復調部は、RF部Dでダウンコンバージョンされた受信信号を入力として、受信データ、シンボルクロック及び受信信号レベル値を制御部Bに出力する。

40 【0070】RF部Dから受信信号S1が入力されると、ローカル周波数発生部8によって発生されたローカル周波数S9に応じて、周波数変換部1でIF信号S2に変換され、位相検出部2に出力される。そして、BTR部5で再生されたシンボルクロックS6に基づくシンボルクロックレートに応じて、位相検出部2でIF信号S2から位相が検出され、検出された位相に応じた1又は複数個の位相データS3が出力される。例えば、シンボルクロックのn倍のレートでIF信号S2がサンプリングされる場合、1シンボルの期間にn個の位相データが出力される。

50 【0071】位相データS3が遅延検波部3に入力されると、位相データS3から前シンボルとの位相差が検出され、その位相差に応じた位相差データS4が出力される。そして、受信データ生成部4で位相差データS4からシンボルクロックS6のタイミングで受信データS5が生成され、受信データS5が制御部Bに出力される。

【0072】一方、BTR部5では、位相データS3及びBTR制御幅補正值S12に基づいて補正されたシンボルクロックS6が再生され、シンボルクロックS6が



制御部 B に出力される。また、受信レベル検出部 6 において、IF 信号 S 2 から受信信号の電力のレベルが検出され、そのレベルに応じた受信信号レベル値 S 7 が制御部 B に出力される。このようにして復調部 F は、受信信号 S 1 から受信データ S 5、シンボルクロック S 6 及び受信信号レベル値 S 7 を生成し、制御部 B に出力できる。

【0073】次に、シンボルクロックを補正して再生する際の動作について説明する。受信レベル検出部 6 によって、例えば、一定時間間隔で検出された複数の受信信号レベル値 S 7 から、受信レベル統計処理部 9 で統計的処理により受信信号レベル値 S 7 の時間的変動を示す変動受信信号レベル S 10 が算出される。

【0074】図 5 は、フェージングによる受信信号レベル値の時間的変動を示す特性曲線である。フェージングとは、信号レベルが短区間で急激に変動するという移動体通信に特有の現象である。移動体通信における送受信機との伝送路は、周辺の地形や建物による電波の反射や回折により、電波の到来経路が複数存在する多重伝搬路となる。多重伝搬路では、位相の異なる複数の電波がお互いに干渉し、信号レベルの変動が生じ、フェージングが発生する。なお、フェージングの状態は、図 5 において、受信レベルの変動幅 H が大きいほど悪い状態である。また、図 6 は、図 5 の受信信号レベル値の累積確率分布を示す特性曲線である。

【0075】ここでは累積確率分布は、一定時間間隔で所定時間に検出された受信信号レベル値の全データに対する所定の受信信号レベル値であるデータの確率を、レベル値の小さい方から累積した分布を表すものである。

【0076】図 6 において、図 5 における変動幅 H が大きいほど累積確率分布の傾きは小さくなり、変動幅 H が小さいほど累積確率分布の傾きは大きくなる。このように、累積確率分布の傾きはフェージングの状態に応じて変化し、累積確率分布の傾きより、フェージングの状態を判定することができる。

【0077】そこで、受信レベル統計処理部 9 において、複数の受信信号レベル値 S 7 を統計的に処理することにより、受信信号レベル値に対する累積確率分布が求められ、その累積確率分布の傾きに応じた値が変動受信信号レベル S 10 として算出される。例えば、累積確率分布の 5% と 90% に対応する各受信信号レベル値の差が、累積確率分布の傾きに応じた変動受信信号レベル S 10 として求められる。この場合、受信信号レベルの差が小さいほど累積確率分布の傾き（変動受信信号レベル S 10）は大きく、受信信号レベルの差が大きいほど累積確率分布の傾き（変動受信信号レベル S 10）は小さくなる。

【0078】そして、フェージング判定部 10 で変動受信信号レベル S 10 に基づいてフェージングの状態が判定され、その判定結果に応じたフェージング判定値 S 1

1 が統計情報として補正值決定部 11 に出力される。

【0079】例えば、変動受信信号レベル S 10 がいくつかのランクに分けられ、フェージングの状態が判定される。例えば、1/0 の 2 つのランクに分けられる場合は、図 6 において、点線で示される基準の傾きより小さい、すなわち変動受信信号レベル S 10 が大きくフェージングの状態が悪い場合のフェージング判定値 S 11 は 1 となる。また、基準の傾きより大きい、すなわち変動受信信号レベル S 10 が小さくフェージング状態が良い場合のフェージング判定値 S 11 は 0 となる。

【0080】統計情報であるフェージング判定値 S 11 が補正值決定部 11 に入力されると、フェージング判定値 S 11 に基づいて、BTR 制御幅補正值テーブルから対応する BTR 制御幅補正值 S 12 が決定され、BTR 部 5 に出力される。BTR 制御幅補正值テーブルは、あらかじめ設定され、補正值決定部 11 に記憶されている。図 7 は、本実施の形態における BTR 制御幅補正值テーブルの一例を示す。

【0081】図 7 に示すように、BTR 制御幅補正值 S 12 は、フェージングの状態が悪い場合に BTR 部の制御幅を少なくするように設定されている。これは、フェージングによって受信信号レベルが小さくなる場合、その信号から得られる位相も不確かになるため、そのような位相に対する BTR 部による補正を行わない方が復調処理の動作が安定するためである。また、フェージングによって位相のずれが激しく変わるような場合は、それに伴って BTR 部の制御も激しく変化させることになる。このような場合にも、BTR 部による補正を行わない方が復調処理の動作が安定するためである。

【0082】例えば、図 7 において、フェージングの状態が良く、フェージング判定値 S 11 が 0 の場合、BTR 制御幅補正值 S 12 は 1 となり、BTR 部 5 の制御幅は補正されない。また、フェージングの状態が悪く、フェージング判定値 S 11 が 1 の場合、BTR 制御幅補正值 S 12 は 0.5 となり、BTR 部 5 の制御部は 0.5 の割合に補正される。このように、複数の受信信号レベル値の統計情報であるフェージングの状態に応じて、BTR 部 5 の制御幅を補正することができる。

【0083】BTR 部 5 では、タイミング検出部 21 で位相データ S 3 から位相が変化する速度に基づいてシンボルクロックタイミングが検出され、タイミング S 21 として出力される。例えば、n 個の位相データ S 3 が入力される場合、n 個の位相データ S 3 から位相変化の最も少ない点が検出され、その点がタイミング S 21 として出力される。

【0084】タイミング比較部 22 でタイミング S 21 と前回のシンボルクロック S 6 のタイミングとが比較され、そのずれに応じたタイミングのずれデータ S 22 が出力される。タイミング補正部 23 にタイミングずれデータ S 22 が入力されると、そのずれを少なくするため

に、シンボルクロックを補正する方向と補正する幅が決定される。さらに、BTR制御幅補正值S12に応じて、決定されたシンボルクロックの補正方向と補正幅に対する制御幅が補正され、対応するタイミング補正データS23が出力される。

【0085】クロック再生部24にタイミング補正データS23が入力されると、タイミング補正データS23に基づいて補正されたシンボルクロックS6が再生され、複数の受信信号レベル値の統計情報であるフェージングの状態に応じて、シンボルクロックS6を補正して再生するBTR部5の制御幅を補正し、シンボルクロックS6を再生することができる。

【0086】次に、ローカル周波数を補正する際の動作について説明する。

【0087】前述のように、周波数変換部1で受信信号S1がIF信号S2に変換されると、位相検出部2でIF信号S2から位相が検出され、検出された位相に応じた1又は複数の位相データS3が出力される。位相データS3が遅延検波部3に入力されると、位相データS3から前シンボルとの位相差が検出され、その位相差に応じた位相差データS4がAFC部7に入力される。

【0088】また、受信レベル統計処理部9において、複数の受信信号レベル値S7を統計的に処理することにより、受信信号レベル値の時間的変動を示す変動受信信号レベルS10が算出される。そして、フェージング判定部10で変動受信信号レベルS10に基づいてフェージングの状態が判定され、フェージング判定値S11が出力される。

【0089】すると、BTR部5に対する制御と同様に、補正值決定部11で受信信号レベル値の統計情報であるフェージング判定値S11に基づいて、AFC制御幅補正值テーブルから対応するAFC制御幅補正值S13が決定され、AFC部7に出力される。AFC制御幅補正值テーブルについても、BTR部5の場合と同様に、あらかじめ設定され、補正值決定部11に記憶されている。図7は、本実施の形態におけるAFC制御幅補正值テーブルの一例を示す。

【0090】AFC部7では、位相差比較部31で、入力された位相差データS4と基準となる位相差とのずれが検出され、そのずれに応じた位相差ずれデータS31が制御電圧決定部32に出力される。ここで、 $\pi/4$ シフトQPSKを用いたシステムの場合、基準となる位相差は $\pm\pi/4$ 、 $\pm3\pi/4$ のいずれかであり、この値はあらかじめ位相差比較部31に記憶されている。

【0091】制御電圧決定部32では、位相差ずれデータS31に基づいてローカル周波数を補正する方向及び幅が決定され、AFC制御幅補正值S13に応じて制御幅が補正される。そして、対応する補正された制御電圧S8が出力される。このようにして、複数の受信信号レベル値の統計情報であるフェージングの状態に応じ

て、制御電圧S8を補正して生成するAFC部7の制御幅を補正し、制御電圧S8を出力することができる。

【0092】さらに、出力された制御電圧S8によって、ローカル周波数発生部8から補正されたローカル周波数S9が発生され、複数の受信信号レベル値の統計情報であるフェージングの状態に応じてローカル周波数を補正することができる。

【0093】以上のように本実施の形態によれば、複数の受信信号レベル値を統計的に処理することにより得られる変動受信信号レベルから統計情報としてフェージング判定値を求め、そのフェージング判定値によってBTR部及びAFC部の制御幅を決定することにより、フェージングにより受信レベルの変動が激しい場合にもBTR部及びAFC部の制御誤差を小さくすることができ、受信性能を向上できる復調器及び無線通信装置を得ることができる。

【0094】また、統計情報であるフェージング判定値を2値にすることにより、ビット演算でBTR部及びAFC部の制御幅を決定することができ、回路規模を小さくでき、高速に処理することができる復調器及び無線通信装置を得ることができる。

【0095】また、受信信号レベルに応じてBTR部及びAFC部の制御幅補正值を求め、BTR部及びAFC部の制御幅を補正することにより、例えば、トレーニングシーケンスコードのような特定の信号を必要としないため、どのような無線通信システムにも適用でき、汎用性の高い復調器及び無線通信装置を得ることができる。

【0096】なお、本実施の形態では、フェージング判定値を統計情報とする場合について説明したが、統計情報はこれに限定されるものではない。所定時間に検出される複数の受信信号レベル値を統計的に処理して求められるものであればよく、複数の受信信号レベル値の時間的変動を表す変動受信信号レベルを統計情報として、BTR部及びAFC部の制御幅の補正值を決定する際に用いてもよい。この場合、フェージング判定部を削除し、例えば、変動受信信号レベルをいくつかのランクに分け、そのランクに応じてBTR部及びAFC部の制御幅を決定する。これにより、本実施の形態と同様の効果を得ることができる。

【0097】また、累積確率分布の傾きに応じた、例えば、累積確率分布の5%と90%に対応する各受信信号レベル値の差をフェージングの状態を判定する変動受信信号レベルとする場合について説明したが、変動受信信号レベルは、これに限定されるものではない。変動受信信号レベルは、受信信号レベル値の時間的変動を表すものであればよい。例えば、受信信号レベル値をランク分けし、そのランクに対応する受信信号レベル値の個数をカウントしていくことによって、5%と90%にあたるレベル(ランク)を求めることができ、90%のレベルと5%のレベルの差から、累積確率分布の傾きに対応

する変動受信信号レベルを得ることができる。なお、この変動受信信号レベルを統計情報として用いても良いことは言うまでもない。

【0098】また、変調された信号自体の周波数成分が変動するため、BTR部及びAFC部の制御幅補正値を決定する精度が低下し、フーリエ変換の機能を備える必要があるため、回路規模が大きくなるが、受信信号レベルの周波数成分の変動によってもフェージングの状態を判定できるため、これを変動受信信号レベルとしても良い。なお、この変動受信信号レベルを統計情報として用いても良いことは言うまでもない。

【0099】また、統計情報であるフェージング判定値を2値とし、BTR部及びAFC部の制御幅補正値を2種類とする場合について説明したが、これに限定されるものではない。フェージング判定値は、3以上のランクに分けても良い。また、フェージング判定値などの統計情報の値から制御補正値を求める関数を用いても良い。この場合回路規模は大きくなるが、制御幅補正値を詳細に調節することができる。

【0100】実施の形態2。本発明に係わる別の実施の形態を図面を用いて説明する。図8は図1に示した無線通信装置の復調部Fの構成を示すブロック図である。図8において、前述の実施の形態と同一又は相当部分に同一符号を付し、説明を省略する。前述の実施の形態と異なる点は、受信レベル統計処理部41と、補正值決定部42である。

【0101】受信レベル統計処理部41は、受信信号レベル値S7を所定時間記憶すると共に、所定時間に検出される複数の受信信号レベル値S7を統計的に処理して受信信号レベル値S7の時間的変動を示す変動受信信号レベルS10を算出するという前述の処理に加え、統計情報として所定時間に検出される複数の受信信号レベル値S7の平均を求め、平均受信信号レベルS41として出力する。また、補正值決定部42は、その統計情報であるフェージング判定値S11及び平均受信信号レベルS41に基づいて、BTR部5及びAFC部7の制御幅の補正値を決定し、それぞれ補正値に応じたBTR制御幅補正値S12及びAFC制御幅補正値S13を出力する。

【0102】次に、シンボルクロックを補正して再生する際の動作について説明する。前述の実施の形態と同様に、受信レベル検出部6で検出された複数の受信信号レベル値S7から、受信レベル統計処理部41で統計的処理により受信信号レベル値に対する累積確率分布が求められ、累積確率分布の傾きに応じた変動受信信号レベルS10が算出される。また、統計情報として受信信号レベル値S7の平均である平均受信信号レベルS41が算出される。変動受信信号レベルS10はフェージング判定部10に出力され、平均受信信号レベルS41は、補正值決定部42に出力される。

【0103】そして、フェージング判定部10で変動受信信号レベルS10に基づいてフェージングの状態が判定され、その判定結果に応じたフェージング判定値S11が統計情報として補正值決定部42に出力される。

【0104】すると、補正值決定部42で第1の統計情報であるフェージング判定値S11及び第2の統計情報である平均受信信号レベルS41に基づいて、BTR制御幅補正値テーブルから対応するBTR制御幅補正値S12が決定され、BTR部5に出力される。BTR制御幅補正値テーブルは、あらかじめ設定され、補正值決定部42に記憶されている。図9は、本実施の形態におけるBTR制御幅補正値テーブルの一例を示す。

【0105】例えば、BTR制御幅補正値テーブルは、フェージング判定値S10及び平均受信信号レベルS41の大小によっていくつかのランクに分けられており、そのランクにより、BTR制御幅補正値が決定される。

【0106】図9に示すBTR制御幅補正値テーブルにおいて、平均受信信号レベルのランクは2つのランクに分けられており、ある基準値より大きいときが0、小さいときが1である。例えば、フェージング判定値S10が0、平均受信信号レベルS41のランクが0の場合、BTR制御幅補正値S12は1となり、BTR部5の制御幅は補正されない。また、フェージング判定値S10が1、平均受信信号レベルS41のランクが1の場合、BTR制御幅補正値S12は0.2となり、BTR部5の制御幅は、0.2の割合に補正される。このように、複数の受信信号レベル値の第1の統計情報であるフェージングの状態及び第2の統計情報である平均受信信号レベルに応じて、シンボルクロックS6を補正して再生するBTR部5の制御幅を補正し、シンボルクロックS6を再生することができる。

【0107】次に、ローカル周波数を補正する際の動作について説明する。その他の動作については、前述の実施の形態と同様であるため、説明を省略する。

【0108】ローカル周波数を補正する際も前述の実施の形態と同様に動作するが、受信レベル統計処理部41において、複数の受信信号レベル値S7を統計的に処理することにより変動受信信号レベルS10及び平均受信信号レベルS41が算出される。変動受信信号レベルS10はフェージング判定部10に出力され、平均受信信号レベルS41は、補正值決定部42に出力される。

【0109】そして、フェージング判定部10で変動受信信号レベルS10に基づいてフェージングの状態が判定され、その判定結果に応じたフェージング判定値S11が統計情報として補正值決定部42に出力される。すると、BTR部5に対する制御と同様に、補正值決定部42で第1の統計情報であるフェージング判定値S11及び第2の統計情報である平均受信信号レベルS41に基づいて、AFC制御幅補正値テーブルから対応するA

F C制御幅補正值 S 1 3 が決定され、A F C部 7に出力される。A F C制御幅補正值テーブルについても、B T R部 5の場合と同様に、あらかじめ設定され、補正值決定部 1 1に記憶されている。図 9は、本実施の形態におけるA F C制御幅補正值テーブルの一例を示す。

【0 1 1 0】A F C部 7において、A F C制御幅補正值 S 1 3 に応じて制御幅が補正され、対応する補正された制御電圧 S 8 が出力される。このようにして、複数の受信信号レベル値の第 1の統計情報であるフェージングの状態及び第 2の統計情報である平均受信信号レベルに応じて、制御電圧 S 8を補正して生成するA F C部 7の制御幅を補正し、制御電圧 S 8を出力することができる。

【0 1 1 1】さらに、出力された制御電圧 S 8によって、ローカル周波数発生部 8から補正されたローカル周波数 S 9が発生され、複数の受信信号レベル値の第 1の統計情報であるフェージングの状態及び第 2の統計情報である平均受信信号レベルに応じてローカル周波数を補正することができる。

【0 1 1 2】以上のように本実施の形態によれば、前述の効果に加え、複数の受信信号レベル値を統計的に処理することにより得られる変動受信信号レベルから第 1の統計情報としてフェージング判定値を求め、さらに第 2の統計情報として平均受信信号レベルを求め、そのフェージングの状態及び平均受信信号レベルによってB T R部及びA F C部の制御幅を決定することにより、フェージングによる受信レベルの変動が激しい場合にもB T R部及びA F C部の制御誤差をさらに小さくことができ、受信性能をより向上できる復調器及び無線通信装置を得ることができる。

【0 1 1 3】また、統計情報であるフェージング判定値及び平均受信信号レベルのランクを 2 値にすることにより、ビット演算でB T R部及びA F C部の制御幅を決定することができ、回路規模を小さくでき、高速に処理することができる復調器及び無線通信装置を得ることができる。

【0 1 1 4】また、受信信号レベルに応じてB T R及びA F Cの制御幅補正值を求め、B T R部及びA F C部の制御幅を補正することにより、例えば、トレーニングシーケンスコードのような特定の信号を必要としないため、どのような無線通信システムにも適用でき、汎用性の高い復調器及び無線通信装置を得ることができる。

【0 1 1 5】なお、本実施の形態では、フェージング判定値及び平均受信信号レベルを統計情報とする場合について説明したが、これに限定されるものではない。統計情報は、前述の実施の形態と同様に、様々に置き換えても良い。またそれらを組合わせて用いても良い。さらに、本実施の形態と比較して情報量が減るため、通常、B T R部及びA F C部の制御幅補正值の決定精度は低下するが、平均受信信号レベルのみであっても良い。

【0 1 1 6】また、統計情報であるフェージング判定値及び平均受信信号レベルを 2 値とする場合について説明したが、これに限定されるものではない。フェージング判定値及び平均受信信号レベルは、3 以上のランクに分けても良い。また、フェージング判定値などの統計情報の値から制御補正值を求める関数を用いても良い。この場合回路規模は大きくなるが、制御幅補正值を詳細に調節することができる。

【0 1 1 7】実施の形態 3. 本発明に係るさらに別の実施の形態を図面を用いて説明する。図 1 0は本発明の一実施の形態に係る無線通信装置の復調器を示すブロック図である。図 1 0において、前述の実施の形態と同一又は相当部分に同一符号を付し、説明を省略する。前述の実施の形態と異なる点は、補正值決定部 5 1である。

【0 1 1 8】補正值決定部 5 1は、複数の受信信号レベル値の統計情報であるフェージング判定値 S 1 1 及び平均受信信号レベル S 4 1 と所定時点の受信信号レベル値 S 7 に基づいて、B T R部 5 及びA F C部 7の制御幅の補正值を決定し、それぞれ補正值に応じたB T R制御幅補正值 S 1 2 及びA F C制御幅補正值 S 1 3 を出力する。

【0 1 1 9】補正決定部 5 1において、B T R部 5の制御幅の補正值を決定する際の動作について説明する。

【0 1 2 0】補正值決定部 5 1では、複数の受信信号レベル値の第 1の統計情報であるフェージング判定値 S 1 1 及び第 2の統計情報である平均受信信号レベル S 4 1、さらに所定時点の受信信号レベル値 S 7 に基づいて、B T R制御幅補正值テーブルから対応するB T R制御幅補正值 S 1 2 が決定され、B T R部 5に出力される。B T R制御幅補正值テーブルは、あらかじめ設定され、補正值決定部 5 1に記憶されている。図 1 1は、本実施の形態におけるB T R制御幅補正值テーブルの一例を示す。

【0 1 2 1】例えば、B T R制御幅補正值テーブルは、フェージング判定値 S 1 0、平均受信信号レベル S 4 1 及び現時点の受信信号レベル値 S 7 のそれぞれの大小によっていくつかのランクに分けられており、そのランクにより、B T R制御幅補正值が決定される。

【0 1 2 2】図 1 1に示すB T R制御幅補正值テーブルにおいて、平均受信信号レベル S 4 1 のランクは 2 つのランクに分けられており、ある基準値より大きいときが 0、小さいときが 1 である。また、現時点の受信信号レベル値 S 7 のランクも 2 つのランクに分けられており、ある基準値より大きいときが 0、小さいときが 1 である。

【0 1 2 3】例えば、フェージング判定値 S 1 0 が 0、平均受信信号レベル S 4 1 のランクが 0、現時点の受信信号レベル値 S 7 のランクが 0 の場合、B T R制御幅補正值 S 1 2 は 1 となり、B T R部 5の制御幅は補正されない。また、フェージング判定値 S 1 0 が 1、平均受信

信号レベル S 4 1 のランクが 1、現時点の受信信号レベル値 S 7 のランクが 1 の場合、B T R 制御幅補正值 S 1 2 は 0 となる。すなわち、B T R 部 5 の制御幅は 0 となり、B T R 部の制御が行われない。このように、複数個の受信信号レベル値の第 1 の統計情報であるフェージングの状態及び第 2 の統計情報である平均受信信号レベル、さらに現時点の受信信号レベル値に応じて、B T R 部 5 の制御幅に対する補正值が決定され、シンボルクロック S 6 を補正して再生する B T R 部 5 の制御幅を補正して、シンボルクロック S 6 を再生することができる。

【0 1 2 4】次に、補正決定部 5 1 において、A F C 部 7 の制御幅に対する補正值を決定する際の動作について説明する。その他の動作については前述の実施の形態と同様であるため、説明を省略する。

【0 1 2 5】A F C 部 7 の制御幅に対する補正值を決定する際も前述の実施の形態とほぼ同様に動作するが、B T R 部 5 に対する制御と同様に、補正值決定部 5 1 では、複数個の受信信号レベル値の第 1 の統計情報であるフェージング判定値 S 1 1 及び第 2 の統計情報である平均受信信号レベル S 4 1、さらに現時点の受信信号レベル値 S 7 に基づいて、A F C 制御幅補正值テーブルから対応する A F C 制御幅補正值 S 1 3 が決定され、A F C 部 7 に出力される。A F C 制御幅補正值テーブルについても、B T R 部 5 の場合と同様に、あらかじめ設定され、補正值決定部 1 1 に記憶されている。図 1 1 は、本実施の形態における A F C 制御幅補正值テーブルの一例を示す。

【0 1 2 6】このように、複数個の受信信号レベル値の第 1 の統計情報であるフェージングの状態及び第 2 の統計情報である平均受信信号レベル、さらに現時点の受信信号レベル値に応じて A F C 部 7 の制御幅に対する補正值が決定され、制御電圧 S 8 を補正して生成する A F C 部 7 の制御幅を補正し、制御電圧 S 8 を出力することができる。

【0 1 2 7】さらに、出力された制御電圧 S 8 によって、ローカル周波数発生部 8 から補正されたローカル周波数 S 9 が発生され、受信信号レベル値の統計情報であるフェージングの状態及び平均受信信号レベル、さらに現時点の受信信号レベル値に応じてローカル周波数を補正することができる。

【0 1 2 8】以上のように本実施の形態によれば、前述の効果に加え、複数個の受信信号レベル値を統計的に処理することにより得られる変動受信信号レベルから第 1 の統計情報としてフェージング判定値を求め、さらに第 2 の統計情報として平均受信信号レベルを求め、フェージングの状態、平均受信信号レベル及び所定時点の受信信号レベル値によって B T R 部及び A F C 部の制御幅を決定することにより、フェージングによる受信レベルの変動が激しい場合にも B T R 部及び A F C 部の制御誤差をさらに小さくことができ、受信性能をより向上で

きる復調器及び無線通信装置を得ることができる。

【0 1 2 9】また、フェージング判定値、平均受信信号レベルのランク及び現時点での受信信号レベル値のランクを 2 値にすることにより、ビット演算で B T R 部及び A F C 部の制御幅を決定することができ、回路規模を小さくでき、高速に処理することができる復調器及び無線通信装置を得ることができる。

【0 1 3 0】また、受信信号レベルに応じて B T R 及び A F C の制御幅補正值を求め、B T R 部及び A F C 部の制御幅を補正することにより、例えば、トレーニングシーケンスコードのような特定の信号を必要としないため、どのような無線通信システムにも適用でき、汎用性の高い復調器及び無線通信装置を得ることができる。

【0 1 3 1】なお、本実施の形態では、フェージング判定値及び平均受信信号レベルを統計情報とする場合について説明したが、これに限定されるものではない。統計情報は、前述の実施の形態と同様に、様々に置き換えても良い。またそれらを組合わせて用いても良い。

【0 1 3 2】また、統計情報であるフェージング判定値及び平均受信信号レベルと現時点の受信信号レベル値を 2 値とする場合について説明したが、これに限定されるものではない。フェージング判定値及び平均受信信号レベルと現時点の受信信号レベル値は、3 以上のランクに分けても良い。また、フェージング判定値などの統計情報の値から制御補正值を求める関数を用いても良い。この場合回路規模は大きくなるが、制御幅補正值を詳細に調節することができる。

【0 1 3 3】

【発明の効果】以上のように、本発明によれば、所定時間に検出される複数個の受信信号レベル値を統計的に処理して 1 又は複数の統計情報を求め、その 1 又は複数の統計情報に応じて復調処理手段の処理を補正する制御幅補正值を決定することにより、受信レベルの変動が激しい場合にも復調処理手段の制御誤差を小さくことができ、受信性能を向上できると共に、どのような無線通信システムにも適用でき、汎用性の高い復調器を得ることができる。

【0 1 3 4】また、次の発明によれば、統計情報として所定時間に検出される複数個の受信信号レベル値の時間的変動を表す変動受信信号レベルを求め、その変動受信信号レベルを含む 1 又は複数の統計情報に応じて復調処理手段の処理を補正する制御幅補正值を決定することにより、受信レベルの変動が激しい場合にも復調処理手段の制御誤差を小さくことができ、受信性能を向上できると共に、どのような無線通信システムにも適用でき、汎用性の高い復調器を得ることができる。

【0 1 3 5】また、次の発明によれば、統計情報として所定時間に検出される複数個の受信信号レベル値の時間的変動を表す変動受信信号レベルからフェージングの状態を求め、そのフェージングの状態を含む 1 又は複数の

統計情報に応じて復調処理手段の処理を補正する制御幅補正値を決定することにより、受信レベルの変動が激しい場合にも復調処理手段の制御誤差を小さくすることができ、受信性能を向上できると共に、どのような無線通信システムにも適用でき、汎用性の高い復調器を得ることができる。

【0136】また、次の発明によれば、統計情報として所定時間に検出される複数の受信信号レベル値の平均を表す平均受信信号レベルを求め、その平均受信信号レベルを含む1又は複数の統計情報に応じて復調処理手段の処理を補正する制御幅補正値を決定することにより、受信レベルの変動が激しい場合にも復調処理手段の制御誤差を小さくすることができ、受信性能を向上できると共に、どのような無線通信システムにも適用でき、汎用性の高い復調器を得ることができる。

【0137】また、次の発明によれば、1又は複数の統計情報に応じて復調処理手段の処理を補正する制御幅補正値を決定する際に、所定時点の受信信号レベル値を用いることにより、受信レベルの変動が激しい場合にも、さらに復調処理手段の制御誤差を小さくすることができ、受信性能を向上できると共に、どのような無線通信システムにも適用でき、汎用性の高い復調器を得ることができる。

【0138】また、次の発明によれば、復調処理手段は、受信信号の位相に応じて補正して、シンボルクロックを再生するシンボルクロックタイミング再生手段を備え、補正決定手段は、シンボルクロックタイミング再生手段の制御を補正する制御幅補正値を決定することにより、受信レベルの変動が激しい場合にもシンボルクロックタイミング再生手段の制御誤差を小さくすることができ、受信性能を向上できると共に、どのような無線通信システムにも適用でき、汎用性の高い復調器を得ることができる。

【0139】また、次の発明によれば、復調処理手段は、受信信号の位相に応じてローカル周波数の発生を制御する周波数制御手段を備え、補正決定手段は、周波数制御手段の制御を補正する制御幅補正値を決定することにより、受信レベルの変動が激しい場合にも周波数制御手段の制御誤差を小さくすることができ、受信性能を向上できると共に、どのような無線通信システムにも適用でき、汎用性の高い復調器を得ることができる。

【0140】さらにまた、次の発明によれば、復調器が、所定時間に検出される複数の受信信号レベル値を統計的に処理して1又は複数の統計情報を求め、その1又は複数の統計情報に応じて復調処理手段の処理を補正する制御幅補正値を決定することにより、受信レベルの変動が激しい場合にも復調処理手段の制御誤差を小さくすることができ、受信性能を向上できると共に、どのような無線通信システムにも適用でき、汎用性の高い無線

通信装置を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明に係る無線通信装置の構成を示すブロック図である。

【図2】 本発明の実施の形態1に係る復調器の構成を示すブロック図である。

【図3】 本発明に係るBTR部の構成を示すブロック図である。

【図4】 本発明に係るAFC部の構成を示すブロック図である。

【図5】 受信信号レベル値の時間的変動を示す特性曲線である。

【図6】 受信信号レベル値の累積確率分布を示す特性曲線である。

【図7】 本発明の実施の形態1に係るBTR部及びAFC部の制御幅補正値テーブルである。

【図8】 本発明の実施の形態2に係る復調器の構成を示すブロック図である。

【図9】 本発明の実施の形態2に係るBTR部及びAFC部の制御幅補正値テーブルである。

【図10】 本発明の実施の形態3に係る復調器の構成を示すブロック図である。

【図11】 本発明の実施の形態3に係るBTR部及びAFC部の制御幅補正値テーブルである。

【図12】 従来の復調器の構成を示すブロック図である。

【図13】 従来のBTR部の構成を示すブロック図である。

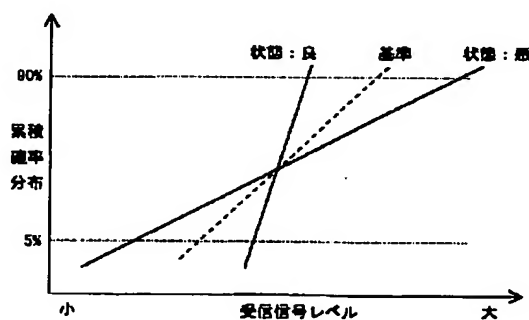
【図14】 従来のAFC部の構成を示すブロック図である。

【図15】 従来の周波数自動制御回路の構成を示すブロック図である。

【符号の説明】

1 周波数変換部	2 位相検出部
3 遅延検波部	4 受信データ生成部
5 BTR部	6 受信レベル検出部
7 AFC部	8 ローカル周波数発生部
9, 41 受信レベル統計処理部	10 フェージング判定部
11, 42, 51 補正値決定部	21 タイミング検出部
22 タイミング比較部	23 タイミング補正部
24 クロック再生部	31 位相差比較部
32 制御電圧決定部	101 直交復調部



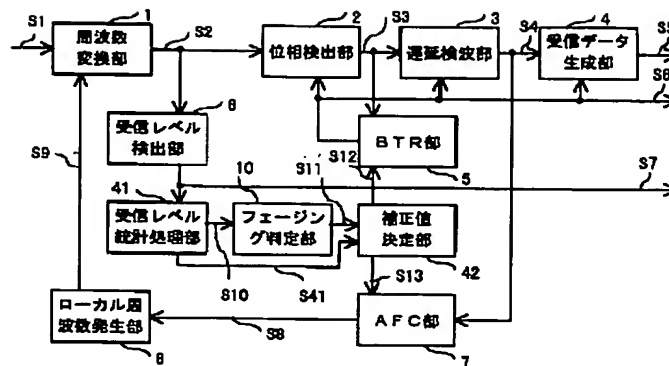




【図 7】

フェージング 判定値	BTR制御幅 補正值	AFC制御幅 補正值
0	1	1
1	0.5	0.5

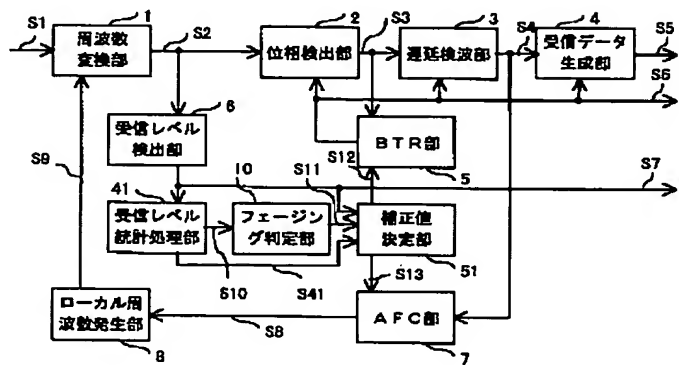
【図 8】



【図 9】

フェージング 判定値	平均受信信号 レベルのランク	BTR制御幅 補正值	AFC制御幅 補正值
0	0	1	1
	1	0.8	0.8
1	0	0.6	0.6
	1	0.2	0.2

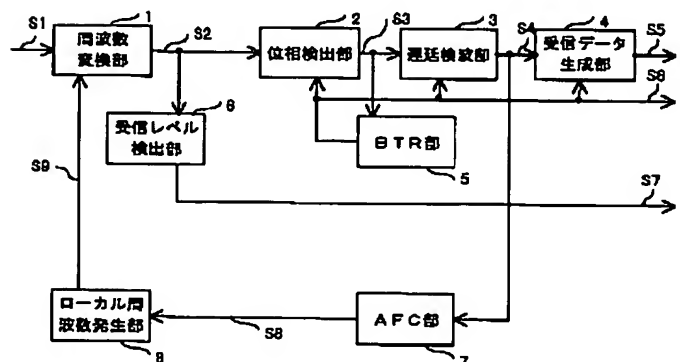
【図 10】



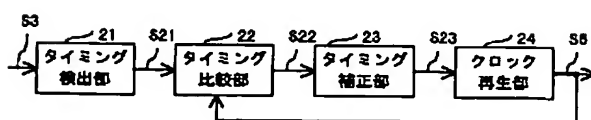
【図 11】

フェージング 判定値	平均受信信号 レベルのランク	受信信号 レベルのランク	BTR制御幅 補正值	AFC制御幅 補正值
0	0	0	1	1
		1	0.6	0.6
	1	0	0.4	0.4
1	0	1	0.2	0.2
		0	0.8	0.8
	1	0	0.2	0.2

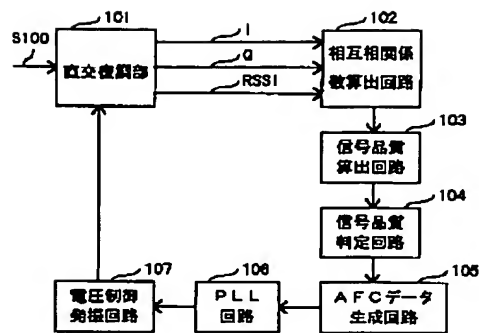
【図 12】



【図 13】



【図 1 5】



フロントページの続き

(72)発明者 瀬政 孝義

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三

菱電機株式会社内